

NÚMERO 67 | Febrero - Marzo 2026



TRICHODERMA:
solución contra
PATÓGENOS

QUINUA:
superalimento

Juan Antonio Villanueva Jiménez

CONOCEDOR
de **cultivos tropicales**

Revistas.PeruRadio.net.pe



II Congreso de Cultivos Tropicales



12 y 13
marzo

Manzanillo,
Colima, México

www.capaciagro.com/cultivostropicales/

Contáctanos

WhatsApp: 667 361 9763

Correo electrónico: info@capaciagro.com



COSECHANDO

Número 67

📅 Febrero - Marzo 2026

@ ventas@agroexcelencia.com

☎ 667 747 7817

18

HISTORIAS DE AGRÓNOMOS:

Juan Antonio Villanueva Jiménez:

Un guardián en papayo y cítricos



2 Deshojando

Microorganismos benéficos:
validar lo que aplicamos al suelo

4 Extractos vegetales: mayor brotación en uva de mesa

Obtén más de 15 sarmientos
productos por planta con casi
20 °Brix.

10 Trichoderma: efectivo contra patógenos del suelo

Trichoderma es útil contra
fitopatógenos del suelo.

Capaciagro



AGROINFORMA:

Drones e IA: mayor precisión en
cultivos de alto valor

36 Calendario de eventos

24 Quinua: menor pobreza y mayor nutrición

Un cultivo que aprovecha tierras
marginales y resistente a climas
extremos.

29 ¿Qué es la validación de microorganismos?

Los microorganismos benéficos
mejoran la fertilidad del suelo.

35 Agrónomos al día

Composta con residuos de
tomate: 30 % mayor rendimiento/
Biofertilizantes potencian calidad
del brócoli

Agro Excelencia es una publicación bimestral, correspondiente al periodo febrero - marzo 2026 con folio del Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo otorgado por el INDAUTOR: 04-2015-111116160800-102.
Editor responsable: Jorge Braulio Gálvez Aceves. Certificado de Licitud de Título y de Contenido: N° 16679. Domicilio: Estado de Puebla 1673, Col. Las Quintas, C. P. 80060 Culiacán, Sinaloa, México.
El contenido de la información es responsabilidad de sus autores, colaboradores y anunciantes. Prohibida la reproducción parcial o total de su contenido, sin previa autorización.



🌐 www.agroexcelencia.com



Revistas.PeruRadio.net.pe

DESHOJANDO

| DIRECTORIO

Dirección

Jaime Braulio Gálvez Rodríguez

Redacción

Luis Alonso Valdez Morales

Diseño e ilustración

Anna Carolina Chucuan Calderón

Ana Sofia Plata Lago

Fotografía de portada

Cortesía



MICROORGANISMOS BENÉFICOS: VALIDAR LO QUE APLICAMOS AL SUELO

En un contexto agrícola marcado por la presión climática, la pérdida de eficacia de los plaguicidas y la demanda de sistemas productivos más rentables y en sintonía con el medioambiente, los microorganismos benéficos han dejado de ser una promesa para convertirse en una herramienta cotidiana.

Sin embargo, el entusiasmo por lo biológico corre el riesgo de vaciarse de rigor si no se acompaña de procesos claros de validación técnica y científica. La agricultura no necesita fe; necesita evidencia.

La validación de microorganismos no es un trámite accesorio, sino el punto de partida para garantizar eficacia, seguridad y consistencia en campo. Probar cepas en condiciones controladas, evaluar su comportamiento en suelos reales, analizar riesgos ambientales y medir su persistencia permite separar soluciones reales de productos con beneficios más narrativos que agronómicos. Sin este proceso, el productor queda expuesto a resultados erráticos y a una falsa sensación de sustentabilidad.

El caso de *Trichoderma* ilustra con claridad esta dualidad. Cuando se seleccionan cepas específicas, se producen con métodos adecuados y se aplican bajo esquemas validados, los resultados son contundentes: reducción de hasta 46 % en enfermedades causadas por *Rhizoctonia*, disminución significativa del tizón tardío de la papa, mejora en peso de tubérculos y reducción de hasta 50 % en el uso de fungicidas químicos, tal como lo reportamos en la presente edición de Agro Excelencia.

La discusión, entonces, no es si usar o no microorganismos, sino cómo, cuáles y bajo qué evidencia. Apostar por bioinsumos sin validación es tan riesgoso como abusar de agroquímicos sin diagnóstico. El futuro del agro no está en reemplazar insumos, sino en profesionalizar su uso.

Validar es, en esencia, un acto de responsabilidad técnica con el suelo, con el productor y con la sostenibilidad real del sistema agrícola.



POR CIERRE DE OPERACIONES **TOM COUNTRY, S.P.R. DE R.L.**

**VENDE INVERNADEROS Y EQUIPOS
CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS**

INVERNADEROS AUTOMATIZADOS TIPO GÓTICO CON
VENTANAS CENITALES IMPORTADOS DE ESPAÑA MARCA
ULMA CON CALEFACCIÓN A GAS.



**1 INVERNADERO DE 2.2 HECTÁREAS CON ALTURA A LA CANAL
DE 4.5 MTS Y AL CENIT DE 7.5 MTS.**

**2 INVERNADEROS DE UNA HECTÁREA C/U CON ALTURA A LA CANAL
DE 5 MTS Y AL CENIT 7.5 MTS.**



**CONTACTO PARA MAYOR
INFORMACIÓN:**

Miguel Ángel Dyer Herrera

Periférico Luis Echeverría Num. 1800 Pte.
Zona Industrial, Saltillo, Coahuila

Tels.: (844) 415 88212, 415 2402
Cel.: (844) 155 0683





Extractos vegetales: **mayor** brotación en **UVA DE MESA:**

M. C. Rodolfo Torres Quintero
Promotora Técnica Industrial

> Eleva el peso de racimo hasta 702 gramos.

> Obtén más de 15 sarmientos productos por planta con casi 20 °Brix.

Este presente artículo analiza los efectos de los bioestimulantes a base de extractos vegetales en la producción y calidad del cultivo de la vid.

El crecimiento y desarrollo de las plantas están regulados por las hormonas vegetales o fitohormonas, entre las que se incluyen las auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno.

De manera complementaria, existen moléculas de origen sintético conocidas como reguladores de crecimiento, las cuales también influyen en procesos fisiológicos específicos de los cultivos.

En años recientes, se ha propuesto y consolidado el concepto de bioestimulante, entendido como una formulación que integra minerales y diversos metabolitos —como aminoácidos, proteínas, vitaminas, azúcares, fitohormonas y poliaminas, entre otros— capaces de inducir respuestas positivas en las plantas. Estos compuestos favorecen la estimulación de procesos fisiológicos, así como la absorción y eficiencia en el uso de nutrientes, particularmente bajo condiciones de estrés vegetal.

El estrés vegetal se define como un estado de limitación fisiológica o desgaste energético que ocurre durante distintas etapas de la fisiología y fenología del cultivo, afectando su crecimiento, desarrollo y productividad.

Cabe señalar que dentro del grupo de bioestimulantes también se incluyen los microorganismos benéficos, los cuales desempeñan un papel clave al mejorar la disponibilidad y absorción de nutrientes, así como la tolerancia de los cultivos a condiciones adversas.

Aplicación de bioestimulantes

Con el fin de evaluar el impacto de distintas combinaciones hormonales y bioestimulantes en el cultivo de la vid, se estableció un ensayo de campo en condiciones comerciales, en el cual se compararon diversos tratamientos frente a testigos de referencia. A continuación, se describen los tratamientos evaluados y su aporte hormonal sobre plantas de entrenado en vid.



En 2023, se realizó un ensayo de campo en el municipio de Toluán, Jalisco, México. El productor exportador en vid de mesa de Grupo Alta permitió realizar el presente trabajo. A continuación, se presentan los tratamientos establecidos:

Cuadro 1. Tratamientos y aporte hormonal sobre plantas de entrene en vid (*Vitis vinifera*) var. Cotton Candy. Toluán, Jalisco, 2023.

Tratamiento	Producto	Dosis
T1	Brasinoesteroides (0.01 %) + Aminoácidos (1.12 %)	0.5 L/ha + 0.5 L/ha
T2	Brasinoesteroides (0.01 %) + Auxinas (0.4 %) - Gib (0.145 %) + Aminoácidos (1.12 %)	0.25 L/ha + 1 L/ha + 0.5 L/ha
T3	Brasinoesteroides (0.01 %) + Auxinas (0.005 %) - Citocininas (0.010 %) + Giberelinas (0.012 %) + Aminoácidos (1.12 %)	0.25 L/ha + 1 L/ha + 0.5 L/ha
T4	Auxinas (0.005 %) - Citocininas (0.010 %) - Giberelinas (0.012 %)	1 L/ha
T5	Testigo sin aplicar	
T6	Testigo productor Thidiazuron 42 %	2.5 mL/ha

Cabe mencionar, que se hicieron tres aplicaciones en cada tratamiento, a intervalos de 14 días entre aplicaciones.

Los resultados: número de cargadores

En la variable número de cargadores por planta se observaron diferencias claras entre las distintas estrategias de manejo evaluadas. La combinación de brasinoesteroides, auxinas, giberelinas y aminoácidos presentó el mejor desempeño, alcanzando un promedio de 16.7 cargadores por planta, lo que refleja una mayor brotación y activación fisiológica de la vid de mesa var. Cotton Candy.

Le siguió el manejo utilizado por el productor, basado en la aplicación de thidiazuron, con un promedio de 15.9 cargadores por planta. Resultados similares se registraron con la aplicación de brasinoesteroides combinados con auxinas, citocininas, giberelinas y aminoácidos, que alcanzó 15.8 cargadores por planta, así como con la mezcla de brasinoesteroides y aminoácidos, con 15.7 cargadores por planta. La combinación de auxinas, citocininas y giberelinas sin brasinoesteroides presentó un promedio de 15.6 cargadores por planta.

En contraste, el tratamiento sin aplicación, donde únicamente se utilizó agua, mostró el valor más bajo, con 14.9 cargadores por planta, lo que confirma la ausencia de un estímulo fisiológico que favorezca la brotación. En conjunto, estos resultados evidencian que la inclusión de bioestimulantes y combinaciones hormonales mejora de manera consistente la generación de cargadores por planta en vid de mesa bajo condiciones comerciales.

Grosor de tallo del cargador por planta

La aplicación de brasinoesteroides combinados con aminoácidos alcanzó uno de los valores más altos en el grosor del cargador por planta, con un grosor promedio de 6.65 mm, resultado que fue similar al observado con el manejo del productor basado en thidiazuron, el cual también registró 6.65 mm. El cargador es un tallo corto que tiene yemas. Su función principal es producir los brotes que darán racimos.

Un comportamiento comparable se obtuvo con la combinación de brasinoesteroides, auxinas, citocininas, giberelinas y aminoácidos, que presentó un grosor promedio de 6.55 mm. Por su parte, la mezcla de auxinas, citocininas y giberelinas sin brasinoesteroides mostró un valor intermedio de 6.3 mm, mientras que el testigo sin aplicación, donde únicamente se utilizó agua, alcanzó un grosor promedio de 6.1 mm.



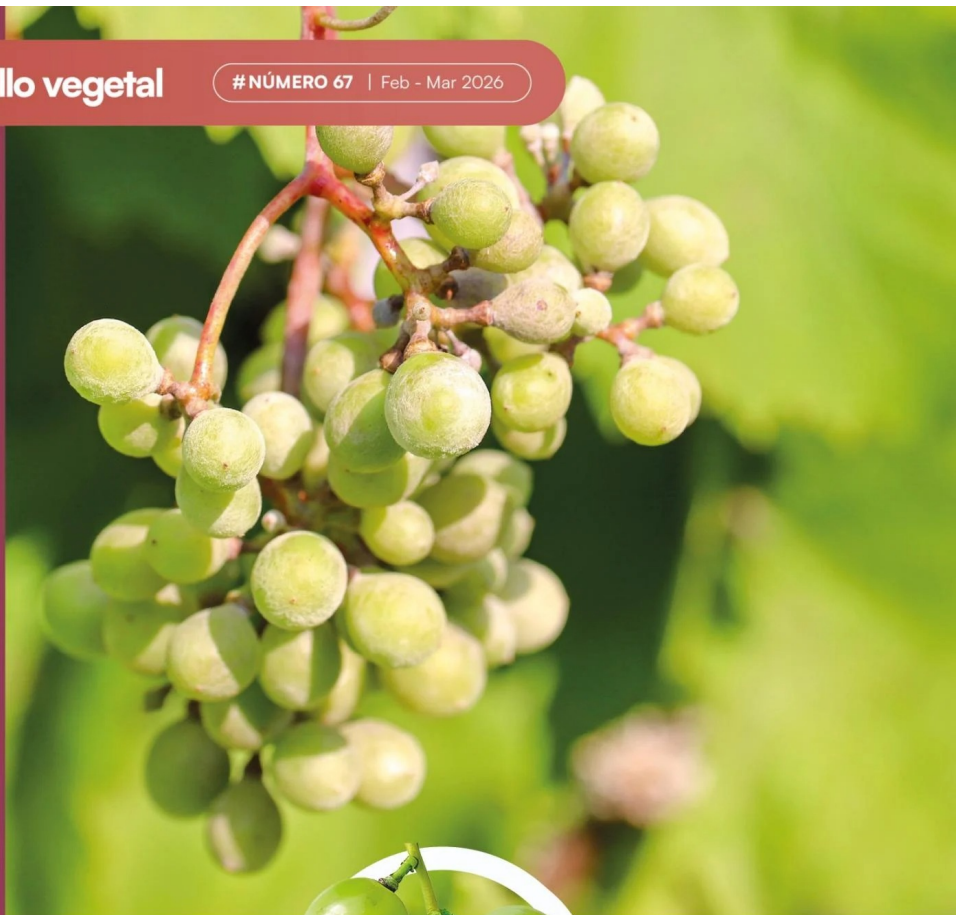
Número de brotes por planta

La combinación de auxinas, citocininas y giberelinas, sin la inclusión de brasinoesteroides, presentó el valor más alto del número de brotes por planta, con un promedio de 57.8 brotes por planta, lo que indica una mayor activación de yemas y respuesta vegetativa.

Un comportamiento similar se registró con la aplicación de brasinoesteroides combinados con aminoácidos, que alcanzó 57 brotes por planta. En un nivel intermedio se ubicó el manejo del productor, basado en thidiazuron, con 50.5 brotes por planta, seguido de la combinación de brasinoesteroides, auxinas, citocininas, giberelinas y aminoácidos, que registró 49.5 brotes por planta.

Por su parte, la mezcla de brasinoesteroides, auxinas, giberelinas y aminoácidos presentó un promedio de 48.3 brotes por planta, mientras que el tratamiento sin aplicación, donde únicamente se utilizó agua, mostró el valor más bajo, con 47.75 brotes por planta.

Estos resultados evidencian que la aplicación de combinaciones hormonales y bioestimulantes incrementa el número de brotes por planta en vid de mesa var. Cotton Candy, destacando especialmente aquellas formulaciones que integran auxinas, citocininas y giberelinas como principales promotoras de la brotación.



Número de racimos por brote

En la variable número de racimos por brote, se observaron diferencias entre las estrategias de manejo evaluadas. La combinación de auxinas, citocininas y giberelinas presentó el valor más alto, con un promedio de 36.5 racimos por brote, lo que indica una mayor expresión reproductiva en la vid de mesa var. Cotton Candy.

Un comportamiento cercano se registró con la aplicación de brasinoesteroides combinados con aminoácidos, que alcanzó 35.3 racimos por brote, posicionándose como una de las estrategias más eficientes para favorecer la formación de racimos. En un nivel intermedio se ubicó la combinación de brasinoesteroides,

auxinas, citocininas, giberelinas y aminoácidos, con un promedio de 32 racimos por brote, seguida del manejo del productor basado en thidiazuron, que registró 30.5 racimos por brote.

Por su parte, el tratamiento sin aplicación, donde únicamente se utilizó agua, presentó un valor de 28.75 racimos por brote, mientras que la combinación de brasinoesteroides, auxinas, giberelinas y aminoácidos mostró el valor más bajo, con 27.6 racimos por brote.

Estos resultados evidencian que determinadas combinaciones hormonales, particularmente aquellas que integran auxinas, citocininas y giberelinas, favorecen una mayor formación de racimos por brote, superando tanto al testigo sin aplicación como al manejo convencional del productor.



Seguimiento del estudio en Jalisco

Después de esta fase de desarrollo en la producción racimos florales, se dio continuación a la fase de crecimiento y desarrollo de baya o fruto. Sin embargo, ya no se dio seguimiento a los tratamientos primeramente propuestos, excepto los tratamientos conducidos con brasinoesteroides (T1) y la mezcla auxina + citocininas + giberelinas (T4), los cuales se continuaron con el uso de productos que generaran traslocación de solutos; como, los brasinoesteroides contra poliaminas.

Cabe mencionar, que durante el desarrollo de fruto se hicieron tres aplicaciones de cada tratamiento y a intervalo de 14 días entre ellos.

Cuadro 2. Evaluar el efecto de Bioestimulantes basados en brasinoesteroides versus poliaminas, durante el mejoramiento en la calidad del fruto de uva de mesa (*Vitis vinifera*) var. Cotton Candy. Tolimán, Jalisco. 2023.

Tratamiento base (evaluación preliminar)	Nombre del tratamiento	Tratamiento para evaluar	Dosis de productos comerciales
Brasinoesteroides + Aminoácidos	T1	Brasinoesteroides + KMg	0.5 L + 1 kg / ha
Auxinas + Citocininas + Giberelinas	T2	Brasinoesteroides + KMg	0.5 L + 1 kg / ha
Citocininas (Thidiazuron)	T3	Poliaminas + B, Mo, Ca, Mg, Zn	1.5 L + 4 kg /ha

Peso de racimo

En la variable peso de racimo se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. La estrategia que integró una aplicación inicial de auxinas, citocininas y giberelinas, seguida de brasinoesteroides combinados con potasio y magnesio, presentó el mayor peso promedio de racimo, con 702.75 g, superando a los demás tratamientos.

Por su parte, la aplicación de brasinoesteroides combinados con potasio y magnesio alcanzó un peso promedio de 547.5 g por racimo, mientras que el tratamiento basado en poliaminas acompañadas de boro, molibdeno, calcio, magnesio y zinc registró 528.25 g por racimo. Ambos tratamientos no mostraron diferencias estadísticas entre sí, pero sí se ubicaron por debajo del manejo que incluyó la secuencia hormonal completa.



Sólidos solubles totales (°Brix)

En cuanto a los sólidos solubles totales, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, se observaron variaciones numéricas relevantes.

La combinación de auxinas, citocininas y giberelinas seguida de brasinoesteroides con potasio y magnesio presentó el valor más alto, con 19.87 °Brix, seguida de la aplicación de brasinoesteroides con potasio y magnesio, que alcanzó 19.75 °Brix.

El tratamiento basado en poliaminas acompañadas de micronutrientes registró un valor promedio de 19.25 °Brix. A pesar de estas diferencias numéricas, los resultados indican que todos los tratamientos mantuvieron niveles adecuados de azúcares, sin afectar negativamente la calidad interna del fruto.



Conclusiones ...

1. Se identificó que el suministro de extractos vegetales basados en metabolitos naturales, como la combinación de auxinas, citocininas y giberelinas, actúa como una fuente efectiva de bioestimulantes durante las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de la vid de mesa.

2. Asimismo, la aplicación de brasinoesteroides en la fase final del ciclo productivo favorece una mejor traslocación de azúcares, lo que se traduce en frutos más turgentes, con mayor peso de racimo y mayor dulzura en la baya.

3. Este enfoque debe complementarse con un adecuado manejo del cultivo y de la nutrición, basado en una secuencia bioquímica-nutricional que permita maximizar la respuesta fisiológica de la planta.

4. De esta manera, los resultados observados se explican por la sinergia entre distintos insumos, aplicada en el momento oportuno, a través de la integración de bioestimulantes hormonales, aminoácidos y minerales.



Literatura consultada ...

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), 3-41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8

Du Jardin, P. (2015). Prospección Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399. DOI: 10.1007/s00344-009-9103-x

Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 5(3), 306-320. DOI: 10.3390/agronomy5030306

Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40. DOI: 10.3389/fpls.2020.00040

Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: Backgrounds and uses in plant production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34(4), 845-872. DOI: 10.1007/s00344-015-9541-6





TRICHODERMA:

efectivo contra

PATÓGENOS

del suelo

Dr. Amaury Méndez Guerrero
Bioagricultura Aplicada AMG

> *Trichoderma* es útil contra fitopatógenos del suelo

> Estos microorganismos reducen hasta 46 % los cánceres en estolones en papa

Este artículo explora los métodos de producción y el uso de hongos del género *Trichoderma* en el manejo de enfermedades en el cultivo de papa.

Una de las cualidades de *Trichoderma* es que sus especies tienen capacidad de parasitar y alimentarse de hongos fitopatógenos. A esto también se le conoce como micoparasitismo.

El parasitismo es uno de los mecanismos involucrados en el antagonismo de *Trichoderma* como agente de biocontrol. Las especies de *Trichoderma* parasitan hongos, nematodos agalladores de raíz y sus huevos.

Eficacia de *Trichoderma* contra patógenos

Trichoderma harzianum (Th9) tiene propiedades micoparasitarias contra *Phytophthora infestans*.

El hongo benéfico inhibe su crecimiento y estimula las defensas naturales de las plantas de papa.

T. virens y *T. asperellum* reducen la incidencia de *Fusarium oxysporum* y aumentan el rendimiento del cultivo de papa bajo condiciones de campo.

Dichos hongos benéficos han suprimido enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani*, reduciendo hasta 46 % los cáncres o cánceres en estolones, y aumentando el peso de los tubérculos de papa.

Impacto en la productividad del cultivo

Aplicaciones de *Trichoderma* mejoran el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de la liberación de compuestos orgánicos volátiles. Estos son sustancias químicas que contienen carbono, como cetonas, que inhiben el crecimiento de hongos, y aldehídos, con propiedades antifúngicas.



Estos efectos dependen de la cepa o especie de *Trichoderma*. Por ejemplo, algunos compuestos orgánicos volátiles de *Trichoderma* han mejorado el crecimiento de la mostaza blanca (*Arabidopsis thaliana*), al aumentar su biomasa, contenido de clorofila y formación de raíces laterales. Sin embargo, los compuestos orgánicos volátiles de otras cepas han tenido resultados negativos.



En la lechuga, los compuestos orgánicos volátiles de *T. asperellum* T1 mostraron un efecto positivo en el crecimiento. Además, se observó que estos compuestos de *Trichoderma* pueden inducir ramificaciones de raíces y formación de pelos radicales, similares a los efectos de la baja disponibilidad de hierro.

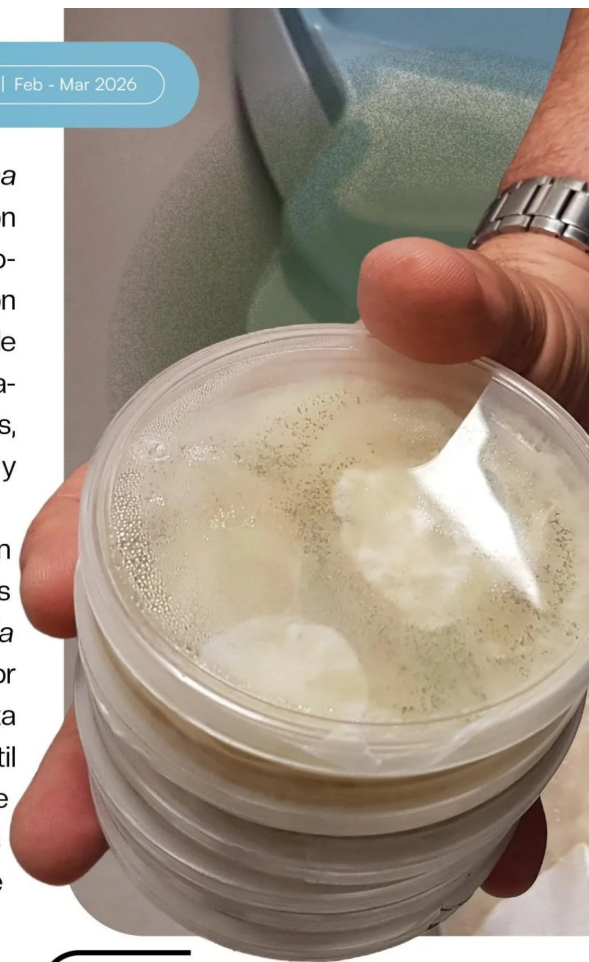
Este hongo no solo combate patógenos del suelo, sino que mejora la resistencia de las plantas a través de la inducción de defensas naturales.

Especies de *Trichoderma* producen metabolitos que son inductores de resistencia a fitopatógenos de las plantas con las que interactúan. Algunos de estos metabolitos son las glucanasas, lipoxigenasas, quitinasas, peroxidasas, polifenol oxidasas y xilanasas.

T. harzianum induce la expresión de quitinasa en solanáceas, y las hace tolerantes a *Rhizoctonia solani* y *Botrytis cinerea*. Por otro lado, *T. atroviride* sintetiza el compuesto orgánico volátil 6-pentyl- α -pyrone, que contribuye a un mejor crecimiento de las plantas y regula el transporte de azúcar.

Producción de agentes de biocontrol

La producción de hongos entomopatógenos se realiza mediante varios métodos, cada uno adaptado a necesidades específicas y al tipo de hongo a cultivar. Los métodos incluyen fermentación líquida sumergida, fermentación en estado sólido y el método bifásico, que combina ambos para optimizar la producción de biomasa y esporas, estructura producida por el hongo para reproducirse.



La elección del medio de cultivo asegura el éxito de la producción.

Los medios pueden ser naturales, semisintéticos o sintéticos, cada uno con sus propios componentes y ventajas. La optimización implica ajustar nutrientes, fuentes de carbono y nitrógeno, y aditivos para mejorar la calidad y cantidad de producción de esporas.

Los medios naturales son preparados con compuestos de origen natural, aunque varían en su composición y no son fácilmente reproducibles, ni de amplio uso.

Los medios semisintéticos están conformados por compuestos de origen natural y químico, y se preparan con peptonas, extractos de plantas, agar y otros compuestos de procedencia desconocida o variable.



Los medios sintéticos son de composición conocida, definida, por lo que se conocen en detalle sus aportes nutritivos; la mayoría de las fórmulas de los medios de cultivo utilizados para hongos contienen peptona, algún carbohidrato y agar.

Cómo obtener esporas tolerantes a la desecación y estables luego de su aplicación:

1. Utiliza medios de cultivo que contengan los nutrientes esenciales como carbono, nitrógeno, vitaminas y oligoelementos (boro, cobre, hierro, manganeso, silicio, zinc...).

2. Estudia cada sustrato para determinar la combinación ideal con el aislamiento fúngico y la humedad adecuada que favorezca el crecimiento micelial. El micelio es una red de hifas (filamentos finos y ramificados) que forman la parte vegetativa del hongo. Es como su sistema de raíces, pero mucho más fino y extenso.

3. Mantén el pH del medio ligeramente ácido. Esto ayuda no solo al crecimiento del hongo, sino también a inhibir el desarrollo de otros microorganismos que puedan contaminar el cultivo.

4. Añade antibióticos como cloranfenicol, penicilina, tetraciclina y estreptomicina para prevenir la contaminación bacteriana en las muestras.

Técnicas de producción de *Trichoderma*

La elección entre las esporas de *Trichoderma* obtenidas mediante fermentación en fase sólida o líquida garantiza la calidad y las características óptimas de adaptación a los sistemas agrícolas.

Las esporas producidas en fermentación sólida tienden a ser más gruesas y robustas, lo que les confiere una mayor resistencia a la radiación ultravioleta y a variaciones de temperatura.

La síntesis de hidrofobinas (proteína que mejora la capacidad del hongo para colonizar espacios) por *Trichoderma* pueden formar biopelículas en las superficies de las plantas, proporcionando defensa contra patógenos y estrés abiótico (alta radiación solar, calor, sequía), al tiempo que estimulan el crecimiento vegetal.

Por ello se recomienda utilizar *Trichoderma* en fase sólida, ya que ofrece esporas de alta calidad, resistencia ambiental y síntesis de proteínas beneficiosas para el ecosistema agrícola.

La fermentación líquida sumergida es eficiente para la producción de grandes volúmenes de biomasa fúngica. Por su parte, la fermentación en estado sólido se utiliza para la producción de conidios (espora reproductiva), que son esenciales para la propagación de los hongos. Además, el método bifásico combina aspectos de ambos métodos para optimizar la producción.





Métodos de producción de *Trichoderma*

1. Fermentación líquida sumergida:

En este método deben mantenerse condiciones óptimas para el crecimiento del hongo (temperatura, pH y oxigenación).

La fermentación líquida sumergida es eficaz para la producción rápida de una gran cantidad de biomasa fúngica.



2. Fermentación en estado sólido (FES):

Utiliza un sustrato sólido (grano, paja o subproductos agrícolas). Este método es ideal para la producción de conidios, que son esenciales para la dispersión y la infestación de los insectos huéspedes.

La FES es más cercana a las condiciones naturales de crecimiento de muchos hongos entomopatógenos y, por lo tanto, puede producir esporas de mayor calidad y virulencia.



3. Método bifásico: Combina elementos de la fermentación líquida y sólida. Inicialmente, los hongos se cultivan en un medio líquido para el rápido crecimiento de la biomasa. Después, se transfiere esta biomasa a un sustrato sólido para inducir la esporulación de *Trichoderma*.

Este enfoque busca maximizar la producción de esporas manteniendo al mismo tiempo una alta tasa de crecimiento fúngico.



El método bifásico es el más viable en la producción masiva de hongos entomopatógenos. Esta técnica combina la alta producción de biomasa del hongo en medio líquido sumergido con la producción de conidios estables e hidrofóbicos en medio sólido, logrando rendimientos de 109 conidios por gramo de sustrato en un menor espacio de tiempo y sobre productos naturales y de bajo costo.

El autor en su laboratorio tiene una producción diaria de 100 kg de arroz que alberga 10^{13} conidios de hongos entomopatógenos y antagonistas. Este bioinsumo, a base de *Trichoderma*, se usa en los cultivos de la empresa, principalmente papa y maíz, evidenciando una aplicación práctica y a gran escala de estos microorganismos.

Reducción en el uso de agroquímicos

En un estudio de campo con tizón tardío de la papa, causado por *Phytophthora infestans*, donde el manejo tradicional se ha basado en la aplicación de fungicidas químicos. Con el empleo repetido de estos fungicidas, han aparecido genotipos nuevos y más agresivos de *P. infestans*, que superan rápidamente la resistencia del huésped.

Se aplicaron bioagentes fúngicos de *Trichoderma paraviridicens* y *T. erinaceum*. La inoculación en campo reveló que ocho aplicaciones de estos bioagentes fúngicos resultaron efectivas para reducir la severidad del tizón tardío en 99 % hasta 60 días después de la siembra (DDS).

Se encontró que estos bioagentes eran parcialmente efectivos hasta los 70 DDS.

Se redujo la severidad del tizón tardío entre 46 y 60 %.

Estos bioagentes pueden disminuir la frecuencia de pulverización de fungicidas químicos en 50 % (cuatro pulverizaciones en lugar de ocho) cuando se aplican juntos.

Los resultados anteriores resaltan la efectividad de los hongos entomopatógenos en el control biológico de enfermedades y subraya su potencial como una alternativa eficaz a los métodos convencionales de control de patógenos.





Conclusiones



1. *Trichoderma* ha demostrado efectividad contra patógenos, como *Phytophthora infestans*, reduciendo la incidencia de la enfermedad en las plantas de papa y mejorando las respuestas defensivas de la planta.

2. Las aplicaciones de *Trichoderma* en papa han reducido hasta 46 % las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y han incrementado el peso de los tubérculos, subrayando su doble función como agente de control y promotor de crecimiento.

3. La producción de hongos entomopatógenos se realiza a través de métodos como la fermentación en fase sólida y líquida, adaptando técnicas para maximizar la producción de biomasa y esporas, necesarias para la efectividad en el campo.

4. Con el método bifásico se han logrado producir hasta 109 conidios por gramo de sustrato, demostrando su viabilidad en la agricultura comercial.



Literatura consultada



Alfiky, A., Abou-Mansour, E., De Vrieze, M., L'Haridon, F., & Weisskopf, L. (2023). Newly isolated *Trichoderma* spp. show multifaceted biocontrol strategies to inhibit potato late blight causal agent *Phytophthora infestans* both in vitro and in planta. *Phytobiomes Journal*.

Govindarajan M, Kwon SW (2007) Isolation, molecular characterization and growth-promoting activities of endophytic sugarcane diazotroph *Klebsiella* sp. GR9. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 23: 997-1006.

Hicks, E., Bienkowski, D., Braithwaite, M., McLean, K., Falloon, R., & Stewart, A. (2014). *Trichoderma* strains suppress *Rhizoctonia* diseases and promote growth of potato. *Phytopathologia Mediterranea*, 53(3), 502-514.

Islam, M.H.; Masud, M.M.; Jannat, M.; Hossain, M.I.; Islam, S.; Alam, M.Z.; Serneels, F.J.B.; Islam, M.R. Potentiality of formulated bioagents from lab to field: a sustainable alternative for minimizing the use of chemical fungicide in controlling potato late blight. *Sustainability* 2022, 14, 4383.

Ommati, F., Zaker, M., & Mohammadi, A. (2013). Biological control of *Fusarium* wilt of potato (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tuberosi*) by *Trichoderma* isolates under field condition and their effect on yield. *Journal of Crop Protection*, 2, 435-442.

Singh, N., Singh, A., & Dahiya, P. (2020). Performance of potent isolate of *Trichoderma harzianum* (Th9) possessing mycoparasitic property against late blight causing fungus *Phytophthora infestans* in addition to enhancing defensive enzymes activities in potato crop. *Indian Journal of Agricultural Biochemistry*, 33(1), 99-101.



Simposio de Fitosanidad y Nutrición en Cultivos de Alto Valor

DRONES E IA mayor precisión en cultivos de

alto valor



Redacción

> Presentan estrategias para aumentar la fertilidad y salud del suelo. > Proponen el empleo de inteligencia artificial y el uso de drones.

El Simposio de Fitosanidad y Nutrición en Cultivos de Alto Valor actualizó a profesionales del campo en materia de nutrición, bioestimulación y manejo fitosanitario. El evento, organizado por Capaciagro, se celebró el 14 y 15 de enero de 2026 en Ensenada, Baja California, México.

Profesionales de campo, asesores, productores y proveedores de agroinsumos acudieron para actualizarse en temas de interés para la producción de cultivos de alto valor, como hortalizas, vid, frutillas, entre otros. Se revisaron temas, desde la triada del suelo, hasta el manejo integrado de plagas.

Acciones para la salud del suelo

Durante la primera jornada, explicaron qué es la triada y la cadena alimenticia del suelo. En el marco de la ponencia, explicaron la relación entre hongos y bacterias para adecuarla a las necesidades del cultivo y mejorar la fertilidad del suelo.

Propusieron la aplicación de ácidos carboxílicos para optimizar el perfil del suelo y controlar la salinidad. Estos ácidos orgánicos tienen efecto contra la salinidad y alcalinidad del suelo, especialmente en la zona radical, y proporciona mayor permeabilidad al agua y al aire por su acción acondicionante.

Asimismo, presentaron información sobre el uso de inductores de resistencia en frutillas y vid.

Compartieron la clasificación de los inductores, siendo estos bióticos (fitoalexinas, virus, bacterias, hongos) y abióticos (ácido salicílico, ácido jasmónico), y los efectos que tienen sobre la activación de los sistemas de defensa de la planta.

Expusieron el papel de los metabolitos activos en la sanidad de las plantas. Describieron la función de ácidos orgánicos, como el ácido shikímico o el glutámico, y su efecto en hortalizas sobre *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudoperonospora cubensis*, entre otros.

Explicaron los efectos de la glicina betaina, manitol y prolina en la sanidad de hortalizas. Estos compuestos son efectivos contra nematodos fitoparásitos, como *Meloidogyne* sp. *Rotylenchulus reniformis*, entre otros.

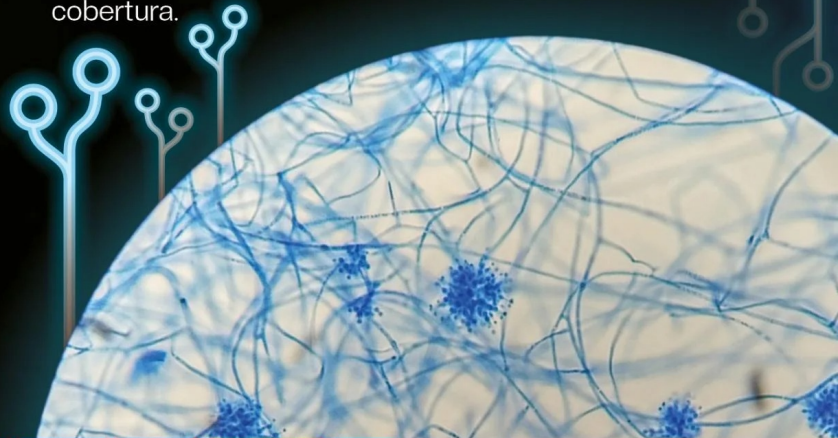


Inteligencia artificial y drones en el agro

En la segunda jornada, actualizaron con la aplicación de ozono y el uso de inteligencia artificial en el campo. El ozono puede reducir la presión ocasionada por fitopatógenos, merma los efectos del estrés abiótico y oxigena el sistema radical. Este producto se ve fortalecido con el uso de inteligencia artificial, pues permite medir con mayor certeza el momento oportuno para la intervención.

También mostraron cómo manejar el estrés ocasionado por sequía, inundación, intensidad lumínica, salinidad y altas o bajas temperaturas. Para el manejo de estas situaciones de estrés proponen el empleo de ácido glutámico y azufre, en conjunto con nutrientes como nitrógeno, potasio, calcio y fósforo.

El programa divulgó innovaciones, como la aplicación de microorganismos benéficos con precisión mediante el uso de drones. En la charla revisaron el modo de acción de hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, entre otros. También emitieron recomendaciones para el uso de drones, como altura de vuelo, y estrategias para mayor cobertura.





Otro de los temas fue el uso de extractos botánicos para el control de nematodos. Revisaron el empleo de productos formulados con extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) para el control de *Meloidogyne incognita*, con efecto de hasta casi 96 % de mortalidad.

Los fundamentos, estrategias y aplicaciones del manejo integrado de plagas en cebollín fue otro de los temas del Simposio. En esta charla compartieron experiencias de campo de acciones como la rotación de cultivos, uso de variedades resistentes e injertos. Con ello, establecieron acciones probadas para el manejo de enfermedades como raíz rosada, podredumbre del tallo y *Fusarium*.

Buen recibimiento del público asistente

El Simposio reunió a especialistas que compartieron conocimientos, experiencias y resultados de campo.

La audiencia mostró gran interacción con los ponentes y empresas participantes.

El comité organizador reconoció a los patrocinadores durante la ceremonia de clausura, destacando el papel del evento en la actualización técnica del sector.



Opinan del Simposio

El Simposio de Fitosanidad y Nutrición en Cultivos de Alto Valor se ha posicionado como un espacio para la actualización técnica y el fortalecimiento de la toma de decisiones en el sector agrícola, señalan los asistentes al evento.

A través de ponencias especializadas y la participación de productores, asesores y empresas proveedoras, el evento fomenta el intercambio de experiencias, la adopción de nuevas tecnologías y el análisis de problemáticas reales del campo.





Los siguientes testimonios reflejan el impacto del simposio en la capacitación, la innovación y el impulso a una producción más eficiente y sostenible



Información valiosa en conferencias

Las pláticas nos acercan a tomar mejores decisiones en el día a día. Hubo conferencias muy claras y valiosas, como la que abordó los mecanismos de defensa de la planta y la importancia de incorporar materia orgánica, así como el uso de bioestimulantes y aminoácidos para fortalecer los cultivos.

Perla Reátiga
Agrícola Orsomex

Tres años asistiendo a Capaciagro

Llevamos tres años consecutivos asistiendo a estos eventos porque nos permiten retroalimentar lo que hacemos en campo y aprender nuevas formas de mejorar nuestras actividades. Hemos adquirido conocimientos interesantes, como la correcta toma de muestras y la necesidad de tener una dirección clara para hacerlo.

Mary Torres
DC Orgánicos



Abordan problemáticas reales del campo

Es necesario mantenerse en constante capacitación y los temas que se abordan son actuales y dinámicos. Se tratan problemáticas reales, como la recuperación de suelos, la escasez de agua y el cambio climático, temas que hoy son fundamentales para la producción agrícola.

Miguel Ángel Gastélum
Rincón de San Miguel

Un espacio que impulsa la presencia de marca

Es un evento que recomendamos ampliamente, ya que representa un empuje importante para nuestra marca, tanto a nivel local como nacional. Nos permite llegar a gerentes de producción y a personas con capacidad de toma de decisiones, a quienes normalmente no tendríamos acceso.

Dalila Arce
UPL Agro



Más de 10 años participando con Capaciagro

Hemos participado por más de diez años en los eventos de Capaciagro porque nos permite estar en contacto directo con técnicos y productores, y trabajar juntos en la solución de los problemas actuales del campo. Hemos logrado captar clientes con necesidades específicas en hortalizas, *berries*, uva y moras.

José María Pacheco Marges
Tecnofersa

Un punto de encuentro con productores

Este evento es muy atractivo para la zona porque permite capacitarse y conocer productos y alternativas para el sector agrícola. Hemos recibido visitantes de San Quintín, Maneadero, Ojos Negros e incluso de Mexicali, incluyendo técnicos y dueños de agrícolas, lo que hace la experiencia muy enriquecedora.

Pedro Avriel González Verdugo
Agrorgánicos Nacionales





Juan Antonio Villanueva Jiménez:

UN GUARDIÁN EN PAPAYO Y CÍTRICOS

- ⇒ Investigó acciones para el control del virus de la mancha del papayo
- ⇒ Pionero en el manejo del minador de la hoja de los cítricos

Juan Antonio Villanueva Jiménez es profesor, investigador del Colegio de Postgraduados y doctor en Ciencias con especialidad en Manejo Integrado de Plagas por la Universidad de Florida.

El especialista ha construido tres líneas de investigación sólidas: los problemas fitosanitarios del papayo, de los cítricos de la caña de azúcar. Además, ha estudiado plagas domésticas y de ganadería, pero su contribución más profunda está en estos cultivos.

Entre sus satisfacciones, destaca haber alcanzado el Nivel II del Sistema Nacional de Investigadores y haber sido convocado por instituciones nacionales para resolver problemáticas urgentes mediante la investigación aplicada.

Papayo: donde inició todo

El papayo fue su primer gran laboratorio. Recién egresado de la licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo, Juan Antonio Villanueva se integró a un grupo interdisciplinario

que enfrentaba uno de los problemas fitosanitarios más serios en Veracruz.

"El virus de la mancha del papayo, en particular la mancha anular, es una virosis transmitida por pulgones que no viven en el cultivo, pero que llegan, prueban la planta con un picado rápido y se marchan. Ese breve contacto resulta suficiente para dejar el inóculo inicial, pues se trata de un virus no persistente: si el insecto viene cargado tras haber picado antes una planta enferma, inocula el virus y abre la puerta a la epidemia en la parcela".

"En esa primera etapa, me encomendaron estudiar la dinámica de los vectores: qué especies de pulgones estaban presentes, cuándo llegaban, cómo se movían

entre plantas y qué tan rápido podían dispersar la enfermedad. Ese conocimiento sería crucial para coordinar, ya como maestro y doctor, los estudios de manejo integrado del papayo, con la virosis como problema número uno".

"Durante cerca de 15 años, desde finales de la década de 1980 hasta inicios de los 2000, desde el Colegio de Postgraduados y con el entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) trabajamos de la mano para depurar un paquete tecnológico que pasó de unas diez prácticas propuestas a solo tres o cuatro que realmente aportaban al control de la enfermedad".



Acciones correctivas

“Una de las primeras correcciones fue casi de sentido común, pero con enorme impacto sanitario: dejar de establecer los planteles a pie de parcela. Tradicionalmente, las charolas o camas con plántulas se colocaban junto al lote comercial, de modo que los primeros pulgones que llegaban infectaban de inmediato a las plantas recién nacidas”.

“El grupo propuso entonces trasladar los planteles a estructuras protegidas con malla de polipropileno, diseñadas como invernaderos antiáfido. Al evitar que los pulgones picaran el material de trasplante, se aseguraba que las plantas llegaran sanas al campo, sin fungir como reservorio permanente del virus”.

“El manejo en campo incorporó después una idea sencilla, pero sumamente efectiva: sembrar maíz como barrera viva. Cada cuatro hileras de papayo se establecían dos surcos de maíz, desde antes de trasplantar y resembrándolos cuando las plantas se doblaban o se cosechaban”.

Pararrayos para el pulgón

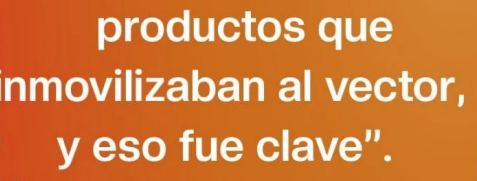
“El maíz crecía más rápido y más alto, convirtiéndose en el primer punto de aterrizaje de los pulgones migrantes. En esa vegetación ‘pararrayos’ los insectos descargaban el virus antes de alcanzar el papayo, dando a las plantas de la parcela entre cuatro y cinco meses críticos para establecerse vigorosas, iniciar la floración y asegurar la primera cosecha comercial. Esa ventana de tiempo garantizaba la cosecha”.

“Otra pieza central del manejo fue la eliminación temprana y sistemática de plantas enfermas. El equipo promovió la figura de una persona responsable de recorrer continuamente las parcelas para detectar síntomas iniciales y erradicar de inmediato los focos de infección, práctica que hoy forma parte de las recomendaciones estándar en muchas regiones productoras de papaya”.

“Paralelamente, se evaluaron opciones que no funcionaban: aplicaciones de aceites, jabones, extractos de nim preparados en agua y ciertos insecticidas de uso común. Estos últimos resultaron contraproducentes: antes de morir, los pulgones se volvían más inquietos, se movían más y multiplicaban los eventos de picado, acelerando la diseminación del virus”.

A contracorriente de la lógica tradicional de matar a la plaga, el grupo de Villanueva exploró moléculas que no buscaban la mortalidad inmediata, sino la reducción de la movilidad y la capacidad de dispersión del vector. Identificaron así productos que deprimían el metabolismo del insecto —afectando mitocondrias u otros sistemas energéticos— y lo mantenían prácticamente paralizado en una planta, sin capacidad de volar ni de caminar hacia otras.

“El objetivo no era controlar una plaga directa, porque los pulgones no lo eran en papayo, sino cortar la cadena de transmisión del virus. Los piretroides aceleran su transmisión; queríamos insectos tranquilos, no muertos. Encontramos productos que inmovilizaban al vector, y eso fue clave”.





Cambio de variedades

"El trabajo no se limitó al manejo cultural y químico. También se impulsó el cambio de variedades, como 'Maradol, con mejor rendimiento, vida de anaquel y aceptación comercial. Parte del equipo se integró después a empresas semilleras, desde donde continuaron difundiendo las prácticas de manejo integrado desarrolladas en el Colegio de Postgraduados e INIFAP, de modo que varias de las recomendaciones que hoy se consideran de sentido común en el cultivo tienen su origen en esta etapa de investigación colaborativa".

"Con el tiempo, las presiones del mercado llevaron a la adopción masiva de la papaya Maradol. Sin embargo, el cambio varietal vino acompañado de explosiones de ácaros, principalmente *Tetranychus urticae* y *Tetranychus merganser*, y de una fuerte dependencia a acaricidas que perdían eficacia por resistencia".



"Ante este escenario, insistí durante años en la búsqueda y el empleo de depredadores locales, complementados con ácaros benéficos comerciales, algunos importados, que demostraron ser altamente eficientes en el control biológico. Incluso se ha observado la presencia de trips con un papel regulador sobre poblaciones de ácaros. Hoy, varios papayeros de mediana y gran escala han incorporado estos organismos benéficos a sus esquemas de manejo, reconociendo que los acaricidas por sí solos ya no resuelven el problema".

Este giro hacia soluciones biológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también a la presión de los mercados. Tras episodios de rechazo de embarques de papaya en la frontera debido a la detección de ciertas cepas de *Escherichia coli*, Villanueva advierte que el siguiente escrutinio podría ser sobre residuos de plaguicidas.



Por ello, insiste en que el cultivo debe transitar hacia una agricultura más sustentable, donde el control biológico, la genética y el uso racional de agroquímicos permitan producir fruta sana, inocua y competitiva.

Cítricos: un puente decisivo

Su incursión en cítricos comenzó casi como una anécdota. Antes de viajar a Florida para su doctorado, Villanueva observó en su comunidad un arbolito cuyas hojas estaban 'enchinadas'.

"Me acerqué, y vi los túneles en el tejido e identifiqué a un minador de hoja que no conocía en esa zona. Poco después, al presentarme ante los profesores en la Universidad de Florida y explicar que quería trabajar con manejo integrado, control biológico e insecticidas selectivos, una de sus asesoras me respondió que tenía exactamente lo que quería. Así que me incorporé a un proyecto pionero sobre el minador de la hoja de los cítricos, en el que se ensayaban esquemas que combinaban parasitoides y productos selectivos, cuidando que la química no destruyera al control biológico.





"Esa experiencia fue el preludio de uno de los capítulos fitosanitarios más críticos para la citricultura mexicana: la llegada de *Diaphorina citri* y, con ella, el Huanglongbing (HLB). Cuando el vector se estableció en el país, alrededor de 2008, se conformó un amplio equipo interdisciplinario encabezado por José Isabel López Arroyo, con especialistas del Colegio de Postgraduados (Campus Veracruz y Montecillo), CINVESTAV e INIFAP. Me integré a este grupo para diseñar, con base en evidencia, las primeras estrategias nacionales de manejo del insecto y reducir su impacto en los huertos".

"A partir de mi experiencia en resistencia a insecticidas, coordiné el primer estudio formal para medir resistencia en *Diaphorina citri* en México, inicialmente con ensayos locales y después con pruebas en varios estados. El proyecto creció hasta convertirse en un programa nacional de monitoreo de resistencia, solicitado por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), que abarcó 24 estados citrícolas".

Información de valor

"Los resultados permitieron saber, con precisión, qué ingredientes activos mantenían su eficacia y cuáles habían perdido su poder de control. Esa información se volvió estratégica tanto para las autoridades como para los propios productores, que hoy realizan la mayoría de las aplicaciones. Era vital saber qué comprar y qué no comprar. Los productores hoy aplican más que el gobierno; por lo que necesitan información precisa".

Su trabajo más reciente en cítricos se centra en comprender la fisiología del HLB, al que describe como una enfermedad de tipo "autoinmune". En los estudios que coordina con apoyo de Conahcyt, se ha observado que la planta, al intentar defenderse, llega a obstruir sus haces vasculares con almidón y otras sustancias, comprometiendo el transporte de fotoasimilados y provocando defoliación, pérdida de vigor y muerte en cuestión de meses o pocos años.

En Veracruz, donde el limón persa ha mostrado cierta tolerancia, el equipo de Villanueva se pregunta si algunos inductores de resistencia sistémica podrían, paradójicamente, acelerar el deterioro al activar rutas de defensa inadecuadas. El reto es identificar qué vías de respuesta fortalecen realmente a la planta y cuáles la dañan al defenderse de más.



El origen de una vocación

Hijo del agrónomo Juan Villanueva Barradas, exdirector del Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste (CIASE) en el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y posteriormente también exdirector regional e investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la infancia de Juan Antonio transcurrió entre campos experimentales, estaciones agrícolas y laboratorios que despertaron en él una curiosidad natural por la vida entomológica.

"Mi patio trasero eran campos experimentales completos", recuerda. "Desde Oaxaca hasta Tabasco, creciendo entre frutales, gramíneas y parcelas demostrativas, fue inevitable enamorarme del campo".

Ese contacto temprano marcó su camino. Aunque intentó explorar otras áreas, la entomología terminó por reunir todo lo que buscaba: curiosidad, observación minuciosa y la posibilidad de resolver problemas reales. Desde los años universitarios en Chapingo, su ruta quedó definida: estudiar insectos, entenderlos y poner ese conocimiento al servicio del productor.





De Chapingo al Colpos

En Chapingo, Villanueva ingresó desde cuarto año al laboratorio de Toxicología y Manejo de Insecticidas del Centro de Entomología, a cargo de Ángel Lagunes Tejeda, donde aprendió a criar insectos, a formular extractos vegetales y a investigar la resistencia a insecticidas. Aquella experiencia, dice, fue la cereza en el pastel que consolidó su vocación científica.

Al egresar, encontró una plaza abierta en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, región que conocía bien. Trabajó intensamente para terminar su tesis y obtuvo el puesto, lo que marcó el inicio de una trayectoria ininterrumpida en la institución.

Hoy, resume su identidad profesional así:

“Soy entomólogo, pero también gestor y formador de grupos. Mi logro es hacer que las cosas funcionen”.

Cambio climático y el futuro agrícola

Para Juan Antonio Villanueva, el cambio climático no es un concepto abstracto, sino una fuerza que ereescribe día a día las reglas de la agronomía. Lo ve en los huertos de cítricos, en las papayas de Veracruz: temperaturas más extremas, sequías prolongadas seguidas de periodos de lluvia intensa, y una mayor frecuencia de enfermedades asociadas al estrés de las plantas.

“En cítricos, por ejemplo, se aprecia cómo el calor empuja a las plantas al límite: el exceso térmico y de radiación solar favorece problemas como el *wood pocket* y otras enfermedades de los haces vasculares. Lo que antes era una rareza hoy es un problema recurrente, que se agrava cuando las raíces pasan de sufrir sequía extrema a quedar sometidas a encharcamientos prolongados, creando condiciones ideales para hongos de suelo y patógenos oportunistas”.



“En papayo, el clima extremo deja al descubierto otro efecto del modelo productivista: variedades como Maradol resultan ser de las más vulnerables. En los estudios que coordino, Maradol aparece consistentemente como una de las peores en resistencia a virus y a dos especies clave de ácaros: *Tetranychus urticae* y *T. merganser*”.

Villanueva advierte también un desplazamiento altitudinal de cultivos: conforme aumenta la temperatura en las zonas bajas, diversos sistemas productivos tienden a subir a regiones más frescas, lo que pone en jaque a agricultores establecidos y obliga a repensar el uso del territorio. Adaptar los cultivos a estas nuevas condiciones se convierte en un reto central para la investigación.

Ante este escenario, nuestro entrevistado propone una agricultura más sustentable y anticipatoria: uso racional de insumos, integración sistemática del control biológico, recuperación de la resiliencia genética de los cultivos y, sobre todo, una cultura de almacenamiento estratégico de agua para enfrentar las sequías prolongadas. “No se trata solo de producir más, sino de producir de manera que los sistemas agrícolas sigan siendo viables en un clima cada vez más errático”.





Legado y convicción

Más allá de los títulos académicos, los reconocimientos y los cargos que ha ocupado en la vida institucional, Juan Antonio Villanueva insiste en que su mayor orgullo no está en los nombramientos, sino en sus estudiantes. Verlos convertirse en profesionales capaces, críticos y éticos —ingenieros que resuelven problemas reales y honran el conocimiento del campo— es, para él, la verdadera medida del éxito.

Su trayectoria, tejida desde aquella infancia entre campos experimentales, ha mantenido tres constantes: curiosidad, rigurosidad científica y vocación de servicio. Con ellas ha contribuido a redefinir el manejo integrado de plagas en papayo, cítricos y caña, y a preparar al sector agrícola para desafíos tan complejos como la resistencia a insecticidas, la inocuidad y el cambio climático. La huella que deja no es solo técnica, sino también humana: un recordatorio de que la agronomía es una profesión que se construye con ciencia, pero también con escucha, humildad y colaboración.



Como él mismo sintetiza con la serenidad de quien conoce el ritmo del campo:

Apenas llevamos 35 lecciones de las 100 que el campo exige. Aún queda mucho por aprender, y más por escuchar.



Un cierre que no es punto final, sino una invitación a continuar la conversación, la investigación y el compromiso con la tierra.





QUINUA:

menor pobreza rural y
mayor nutrición

M. C. José Luis Rodríguez Pineda
Dr. Oscar Antonio Arana Coronado
Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel
M. C. Victor Manuel Almaraz Valle
Colegio de Postgraduados

- > Un alimento rico en proteínas, vitaminas y minerales esenciales.
- > Un cultivo que aprovecha tierras marginales y resistente a climas extremos.

La quinua o quinoa (*Chenopodium quinua* Willd.) pertenece a la familia Amaranthaceae, un pseudo-cereal originario de la región andina con impresionante perfil nutricional y adaptabilidad a lugares con suelos pobres, que dependen de la lluvia para producir alimentos.

Fue cultivada por las civilizaciones de América del Sur, como los Incas, quienes lo consideraron un alimento sagrado. Hoy se ha convertido en un superalimento reconocido en los países desarrollados por su alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales y diversas vitaminas y minerales (Teixeira, 2012).

Apoyo necesario

La quinua puede establecerse en suelos pobres y en zonas con pendiente, mostrando buena tolerancia a la sequía y a vientos fuertes. Esto la convierte en un cultivo viable donde otros no prosperan, especialmente en regiones marginadas gracias a su bajo requerimiento de insumos (Alandía *et al.*, 2021).

Sin embargo, su manejo exige atender ciertos puntos críticos para asegurar buenos rendimientos. Con base en experiencia en mexicana, se destacan los siguientes aspectos:

Poder germinativo de la semilla

La semilla de quinua pierde rápidamente su capacidad de germinar; por ello, debe usarse semilla del ciclo anterior. Antes de sembrar es indispensable realizar una prueba de germinación: seleccionar 100

semillas, colocarlas entre toallas de papel húmedas dentro de un recipiente cerrado y mantenerlo en una bolsa negra a temperatura ambiente por 24 horas.

Tras ese periodo, se contabilizan las semillas germinadas. Solo se recomienda sembrar lotes con un mínimo de 60 % de germinación.

Terrenos con pendiente

Cuando no es posible usar sembradoras mecánicas, puede elaborarse una sembradora manual económica: un recipiente plástico sin fondo y con una tapa perforada, fijado al extremo de una vara.

Se llena el recipiente a un cuarto de su capacidad y se depositan las semillas con pequeños golpecitos, procurando una separación de unos 5 cm. Esta técnica agiliza la siembra y evita agacharse en terrenos difíciles.



La siembra de quinua

La siembra debe coincidir con el inicio del temporal, cuando las lluvias son ligeras y no arrastran la semilla. Este momento favorece una distribución uniforme y una emergencia homogénea, mejorando el establecimiento del cultivo.

La correcta profundidad es clave para una buena germinación. Una vez colocadas en el fondo del surco, las semillas deben cubrirse con una capa delgada de suelo usando una escoba o un rastrillo, pasándolo suavemente para evitar que queden demasiado profundas. Un exceso de cobertura puede impedir la emergencia, por lo que este paso es determinante para el establecimiento del cultivo.

Cuando las plantas alcanzan 10-15 cm, se debe realizar el raleo para dejar una planta cada 20 cm. Esto elimina ejemplares débiles y reduce la competencia por luz, agua y nutrientes, favoreciendo un crecimiento uniforme y un mejor rendimiento.



Fertilización

Se recomienda un análisis de suelo previo para definir necesidades nutricionales. En general, puede aplicarse 1-2 t/ha de abono orgánico bien procesado; el abono de borrego ha mostrado buenos resultados.

A los 10 días después de la emergencia, suministrar 200 kg/ha de un fertilizante con N-P-K y 100 kg/ha de otro enriquecido con Ca, Mg, K y micronutrientes.

Entre la primera rama y el inicio de floración, aplicar cada 15 días fertilizantes foliares con N-P-K a razón de 1 L/ha para fortalecer el crecimiento y uniformar la producción.

Cosecha

La cosecha debe realizarse temprano por la mañana, cuando la humedad relativa es alta. Esto reduce la pérdida de semilla, que puede alcanzar entre 15 % y 20 % si se cosecha en condiciones más secas.

Elegir el horario adecuado mejora notablemente la recuperación del grano.

¿Qué valor nutricional tiene la quinua?

La quinua destaca por su alto contenido de proteínas de calidad. Aporta todos los aminoácidos esenciales y contiene alrededor de 11 g de proteína por cada 100 g de grano, según variedad y condiciones de cultivo (González *et al.*, 1989).

Esto la convierte en una opción valiosa para comunidades rurales de México, donde el acceso a fuentes proteicas es limitado.

También es rica en fibra, lo que favorece la digestión, ayuda a regular la glucosa en sangre y mejora la sensibilidad a la insulina (González y Martínez, 2022).

Su efecto de saciedad resulta especialmente útil en contextos de inseguridad alimentaria, contribuyendo a una dieta más saludable y equilibrada.

¿En qué podría la quinua ayudar a México?

La agricultura mexicana enfrenta sequías, suelos degradados e inseguridad alimentaria, lo que compromete la producción de alimentos y la estabilidad económica de millones de personas.

En este contexto, la quinua se presenta como un cultivo rentable y adaptable que puede fortalecer la biodiversidad de los agroecosistemas (García-Parra y Plazas-Leguizamón, 2018), generar ingresos dignos para las familias campesinas y mejorar la nutrición, especialmente en poblaciones marginadas.





Un enfoque colaborativo

La transición hacia su producción puede facilitarse mediante modelos cooperativos, que permitan compartir recursos y conocimientos entre productores.

Este enfoque colaborativo impulsa las economías locales al incorporar un cultivo de alto valor y bajo costo de producción. Asimismo, la vinculación con instituciones de investigación y organizaciones agrícolas permitiría desarrollar técnicas específicas para aumentar el rendimiento y conservar la calidad nutricional del grano.

La integración de la quinua en las dietas locales contribuiría a combatir la desnutrición al ofrecer una proteína completa y una fuente de vitaminas y minerales. A medida que su cultivo se expanda, podrían surgir mercados locales basados en variedades adaptadas y desarrolladas en México.

Este enfoque integral (productivo, económico y nutricional) fortalecería la resiliencia del sistema alimentario y ampliaría el acceso de las comunidades rurales a un cultivo estratégico y nutritivo.



¿Por qué le puede interesar la quinua a México?

La quinua puede prosperar en suelos pobres y dependientes de la lluvia, y contribuye a mejorar la estructura y fertilidad del suelo gracias a su sistema radical profundo (FAO, 2016).

Su incorporación en los agroecosistemas favorece la biodiversidad y se alinea con prácticas agroecológicas que fortalecen la resiliencia frente al cambio climático. Así, además de su valor nutricional, la quinua puede funcionar como un elemento estratégico para la seguridad alimentaria en regiones rurales vulnerables.

Actualmente, México depende de importaciones provenientes de Perú y Bolivia, con 163 y 168 toneladas anuales (TRADEMAP, 2025). La producción nacional podría sustituir parcialmente estas importaciones: ensayos en Tlachichuca, Puebla, muestran utilidades cercanas a 60 000 pesos por hectárea en cada ciclo, un rendimiento excepcional para zonas marginadas con costos similares a los del maíz (Rodríguez *et al.*, 2023).

Para que este potencial se materialice, es necesario fortalecer el proceso de poscosecha. El grano puede procesarse de forma artesanal o mediante maquinaria especializada; sin embargo, la opción más efectiva es la organización de productores y el apoyo gubernamental para adquirir equipos y capacitación, de manera que se logre un producto limpio y comercializable en costales de 25 kg.

Cadena de valor en México

Debido a que México aún carece de una cadena de valor establecida, se requiere la intervención pública para enlazar directamente a los productores con comercializadores y pequeñas empresas transformadoras.

El desarrollo de alimentos derivados de la quinua —incluyendo snacks nutritivos como alternativa a la comida chatarra— podría mejorar la nutrición en zonas de alta marginación mediante programas municipales. Al mismo tiempo, esta diversificación permite crear nuevas

oportunidades de ingreso y atender la creciente demanda de consumidores preocupados por su salud. La colaboración con chefs, emprendedores gastronómicos y organizaciones de salud locales puede ampliar los usos culinarios de la quinua e incrementar su aceptación cultural.

Para consolidar su producción, es fundamental involucrar a las comunidades campesinas en la toma de decisiones, lo que fortalece el sentido de pertenencia y promueve prácticas sostenibles acordes con la agroecología.



Las barreras de la quinua

Superar barreras como el acceso al financiamiento, la infraestructura y los canales de comercialización será crucial para que los pequeños agricultores participen de manera competitiva en el mercado. Redes de apoyo entre gobiernos, organizaciones civiles y sector privado pueden construir un ecosistema robusto para la producción, transformación y consumo de quinua.

A medida que su cultivo se expanda, la creación de cadenas de suministro locales y cooperativas permitirá reducir costos, mejorar el acceso a mercados y aumentar los márgenes de ganancia. La instalación de centros de procesamiento regionales generaría empleos y agregaría valor al producto. Asimismo, establecer bancos de semillas locales garantizaría el acceso a variedades adaptadas y reforzaría la autonomía agrícola.

En conjunto, la quinua tiene el potencial de convertirse en un cultivo básico que impulse la resiliencia económica, fortalezca la seguridad alimentaria y promueva prácticas agrícolas sostenibles en México.

En última instancia, el éxito de la quinua en estas regiones depende de una estrategia holística que combine la viabilidad económica, la gestión ambiental y la integración cultural, la cual allana el camino para un paisaje agrícola más resiliente en México.

El esfuerzo del trabajo en equipo

El acceso al financiamiento, la asistencia técnica y la información de mercado puede empoderar a los agricultores para adoptar prácticas innovadoras y mejorar su productividad.

La colaboración con universidades e instituciones de investigación permitiría desarrollar técnicas agronómicas adaptadas a las condiciones locales, garantizando un cultivo exitoso de la quinua.

Estas acciones fortalecen la viabilidad económica y contribuyen a la soberanía alimentaria al devolver a las comunidades el control sobre sus prácticas agrícolas y aumentar su resiliencia frente a fluctuaciones externas.

Un enfoque integral que combine políticas de apoyo, recursos educativos y participación comunitaria permitirá consolidar la quinua como base del desarrollo rural en zonas marginadas de México.

El trabajo cooperativo entre sectores también puede preparar mejor a los agricultores para los desafíos de la agricultura moderna. La participación comunitaria en la toma de decisiones impulsa la adopción de prácticas sostenibles culturalmente pertinentes y promueve un sentido de corresponsabilidad en el manejo de la tierra.

Integrar educación, participación local y sostenibilidad será esencial para que la quinua se convierta en un pilar de la seguridad alimentaria y la resiliencia económica en las regiones rurales del país.





✓ Conclusiones ...

✓ La quinua es una alternativa agrícola viable para ayudar a combatir la pobreza rural y mejorar la seguridad alimentaria en México.

✓ Su cultivo podría ser una herramienta para el

desarrollo rural, proporcionando ingresos dignos y un alimento de alto valor nutricional a las comunidades marginadas.

✓ Además, tiene el potencial de reducir las importaciones de este pseudocereal para satisfacer el mercado interno ya existente.

✓ Se requiere invertir en el desarrollo de paquetes tecnológicos, capacitación técnica y apoyo institucional.

✓ Para que este cultivo sea exitoso en México, es necesario que se integren los agricultores, universidades y el Estado en sus tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal).

✓ La quinua es una solución innovadora para transformar el campo mexicano y mejorar las condiciones de vida del agro rural.

¡Es hora de apostar por la quinua y construir un futuro más saludable y próspero para todos!



Literatura consultada

- Alandia, G., A. Odone, J. P. Rodriguez, D. Bazile, and B. Condor. 2021. Quinoa—Evolution and Future Perspectives. In S. M. Schmökel (Ed.), *The Quinoa Genome* (pp. 179-195). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65237-1_11
- FAO. (2016). Guía del cultivo de la quinua. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- García Parra, M. Á., y N. Z. Plazas Leguizamón. 2018. La quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en los sistemas de producción agraria. PRODUCCIÓN + LIMPIA. 13(2): 112-119. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a6>
- González, J. A., A. Roldán, A., M. Gallardo, T. Escudero and F. E. Prado. 1989. Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from inca crops: *Chenopodium quinoa* ('quinua'). Plant Food Hum Nutr 39, 331-337 (1989). <https://doi.org/10.1007/BF01092070>
- González, A., y J. Martínez. 2022. La quinua: un cultivo para el desarrollo sostenible en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13(2): 123-135. <https://www.revistamexicanadecienciasagricolas.com/>
- Rodríguez Pineda, J. L., Perales Salvador, A., Del Valle Sánchez, M., Morales Morales, B., Aguilar Estrada, A. E. 2023. Análisis de rentabilidad de la quinua para el Ejido Paso Nacional. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3): 5231-5250. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6546
- Teixeira, R. de M. 2012. Quinoa: um complemento proteico vegetal para praticantes de atividade física. RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva, 6(31): 44-49. Recuperado de <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/235>
- TRADEMAP. 2025. Lista de los mercados proveedores para un producto importado por México Metadata Producto: 100850 Quinoa "*Chenopodium quinoa*". https://www.trademap.org/Country_SelfProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c484%7c%7c%7c%7c100850%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1



¿Qué es la **VALIDACIÓN DE** **MICROORGANISMOS?**

M. C. Moisés Hiram Ávila León
MA Agriconsulting

> Los microorganismos benéficos mejoran la fertilidad del suelo.

> Su validación verifica que los agentes utilizados en el campo sean eficaces.

Este artículo explora el concepto de validación de microorganismos, los beneficios de su uso en la agricultura y las metodologías para su implementación efectiva, y cómo la validación es fundamental en la optimización de recursos.

La validación de microorganismos en la agricultura es un proceso orientado a asegurar la eficacia, seguridad y consistencia en la aplicación de microorganismos en los cultivos.

Estos microorganismos, que incluyen bacterias, hongos, levaduras y otros tipos de microbios, mejoran la fertilidad del suelo, fomentan el control biológico de plagas y enfermedades, e incrementan la disponibilidad de nutrientes.

¿Validación de microorganismos?

La validación de microorganismos implica la verificación de que los agentes utilizados en los sistemas agrícolas cumplen con ciertos

criterios de calidad, eficacia y seguridad durante su aplicación en el campo.

Este proceso se asegura de que el uso de microorganismos promueva la salud del suelo y las plantas sin riesgos para el medioambiente ni la salud humana.

La validación también busca garantizar que los agentes seleccionados sean efectivos en diferentes condiciones de cultivo y suelos, proporcionando resultados predecibles y consistentes.



Beneficios de los microorganismos en la agricultura



1

Mejoramiento de la fertilidad del suelo: los microorganismos pueden transformar compuestos inorgánicos en formas asimilables para las plantas, facilitando la disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes.



2

Control biológico de plagas y enfermedades: diversos hongos y bacterias poseen la capacidad de actuar como agentes de control biológico, atacando a plagas y enfermedades específicas sin afectar a otras formas de vida.

3

Reducción de la dependencia de productos químicos: al utilizar microorganismos benéficos, se puede reducir el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos, lo que conlleva a una producción más amigable con el medioambiente.



4

Resistencia al estrés abiótico: algunos microorganismos ayudan a las plantas a resistir condiciones extremas como sequía, salinidad o temperaturas elevadas, mejorando su rendimiento bajo condiciones climáticas adversas.



Proceso de validación de microorganismos

La validación de microorganismos requiere una serie de etapas que incluyen la selección, prueba y monitoreo de las cepas.

Los pasos en el proceso de validación son los siguientes:

1. Identificación y selección de cepas:

el primer paso es la selección de microorganismos con propiedades deseables para el tipo de cultivo específico. Estos microorganismos suelen ser identificados mediante estudios en laboratorio y pruebas de campo.

2.

Evaluación de la eficacia en condiciones controladas:

las cepas seleccionadas son sometidas a pruebas en condiciones controladas para determinar su capacidad de realizar funciones específicas, como la fijación de nutrientes o la producción de sustancias antifúngicas, entre otras.



3.

Pruebas de campo:

tras las pruebas iniciales, los microorganismos son evaluados en el campo para observar su efectividad en condiciones reales de cultivo. En esta fase, se monitorea su impacto en el crecimiento de las plantas, rendimiento del cultivo y la salud del suelo.

4.

Análisis de riesgo y seguridad:

se asegura que los microorganismos no representen riesgos para el medioambiente o la salud humana. Las pruebas de toxicidad y patogenicidad son necesarias en esta fase.

5.

Evaluación de la persistencia y adaptación:

finalmente, se estudia la capacidad del microorganismo para adaptarse y sobrevivir en el entorno, evaluando su persistencia y efecto a largo plazo.



Retos en la validación de microorganismos

1. Variabilidad de las condiciones agrícolas:

las diferencias en suelos, clima y prácticas de manejo pueden afectar la eficacia de los microorganismos, lo que plantea dificultades para su validación y uso generalizado.

2. Competencia con microorganismos nativos: los microorganismos introducidos deben competir con los microbios nativos del suelo, lo cual puede afectar su capacidad para establecerse y desempeñar sus funciones.

3. Costos y regulaciones: los procedimientos de validación pueden ser costosos y están sujetos a normativas que varían según el país, lo que puede dificultar el acceso de los agricultores a estos productos.

4. Efectividad a largo plazo: la mayoría de las investigaciones se centran en resultados a corto plazo, mientras que la efectividad de los microorganismos en el largo plazo aún requiere estudios detallados.

Métodos y tecnologías para la validación

La validación de microorganismos se apoya en herramientas de biotecnología, biología molecular, análisis de datos, entre otras.

Algunos métodos incluyen lo siguiente:

- Pruebas de PCR y secuenciación genética para confirmar la identidad y características de los microorganismos. PCR significa Reacción en Cadena de la Polimerasa y sirve para amplificar identificar por código genético a los microorganismos y virus.
- Evaluación de metabolitos secundarios para identificar productos que puedan tener un efecto beneficioso o tóxico en el cultivo.
- Ensayos de bioinformática para estudiar la interacción entre el microorganismo y el entorno del suelo y planta. La bioinformática es una disciplina que combina biología, informática y matemáticas para analizar y entender datos biológicos
 - Medición de parámetros agronómicos (tasa de crecimiento, contenido de nutrientes en planta y suelo, rendimiento de producción, calidad de frutos, etc.) se miden y analizan para evaluar efecto de los microorganismos en crecimiento, desarrollo y productividad en los cultivos. Estos parámetros permiten tomar decisiones sobre prácticas de manejo y optimización de recursos.





Microorganismos solubilizadores de zinc en nogal

En la costa agrícola de Hermosillo, Sonora, México, de abril a agosto de 2024 se llevaron a cabo pruebas en campo para evaluar la efectividad de microorganismos solubilizadores en cultivo de nogal (Cuadro 1).

El experimento ocurrió en una parcela con superficie de cuatro hectáreas. La inoculación con microorganismos se realizó vía fertirriego en mezcla, en un contenedor con capacidad de 200 litros.

La solución se inyectó en válvula durante un hora en el riego correspondiente, con una frecuencia de siete días en la primeras tres aplicaciones, y a partir de la cuarta la frecuencia subió a una aplicación cada 30 días, hasta completar siete en total.

Para la validación, se recolectaron 150 nueces por árbol, se descascararon y se pusieron a deshidratar a temperatura ambiente durante 21 días. Paso siguiente se mezclaron los frutos de los tres árboles y se tomó una muestra de 500 g para análisis de calidad.

Se realizó cálculo de rendimiento estimado por hectárea a partir del peso promedio de fruto considerando 2000 frutos por árbol en una densidad de plantación de 133 árboles por ha.

Cuadro 1. Tratamientos en el cultivo de nogal.

Nombre del tratamiento	Dosis
Ácidos húmicos y fúlvicos	5 L/ha
Materia orgánica activa	60 g de IA
Consorcio microbiano	0.5 kg/ha
<i>Bacillus subtilis</i>	2.5 g de IA
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	2.5 g de IA
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2 g de IA
<i>Azospirillum brasilense</i>	2 g de IA
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.5 g de IA
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0.5 g de IA
Solubilizadores de zinc	0.5 kg/ha
<i>Bacillus cereus</i>	3 g de IA
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3 g de IA
<i>Bacillus megaterium</i>	4 g de IA
Biomejorador de suelos	0.5 kg/ha
<i>Bacillus subtilis</i>	5 g de IA
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5 g de IA
Sulfato de zinc	5 kg/ha
Zinc	110 g de IA
Azufre	55 g de IA

IA: Ingrediente activo

Resultados de la validación

En cuanto a los niveles de microorganismos en el suelo no hubo diferencias estadísticas significativas en los niveles de microorganismos.

Sin embargo, es posible destacar que se observaron mejores niveles de bacterias aerobias, fijadoras de nitrógeno, hongos y levaduras, lo cual nos reflejó un mejor nivel de relación hongos-bacterias.

En cuanto a los niveles de nutrición foliar, los niveles de nitrógeno se matuvo más altos en el lote tratado con microorganismos, con 920 puntos por millón (ppm) de nitrógeno foliar en junio y 520 ppm en octubre.

En el caso del zinc, en junio se reportó 115 ppm, mientras que en octubre se tuvo una medición de 175.

Para la calidad de fruto, se obtuvo ligeramente mejor porcentaje de almendra comestible (59 %), mejor porcentaje de nuez selecta (55 %) y ligeramente menor porcentaje de almendra liviana (3 %).

Durante la evaluación de microorganismos, los rendimientos estimados fueron prácticamente iguales.



Conclusiones



La validación de microorganismos en la agricultura es un proceso complejo pero útil para maximizar los beneficios de estos organismos en la producción de alimentos.



Aunque existen dificultades, la tecnología y la investigación en este campo están avanzando rápidamente, lo que permite optimizar su uso para obtener cultivos más saludables.



Al validar cuidadosamente los microorganismos y entender su comportamiento en el campo, los agricultores pueden aprovechar una herramienta poderosa que, junto con otras prácticas de manejo, contribuye a una agricultura más productiva y respetuosa del medioambiente.



Literatura consultada



Paul, E. A., & Frey, S. D. (Eds.). (2023). *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry* (5.ª ed.). Elsevier. Países Bajos.

Panpatte, D.G.; Jhala, Y.K.; Vyas, R.V.; y Shelat, H.N. (Eds.). (2017). *Microorganisms for Green Revolution: Volume 1: Microbes for Sustainable Crop Production*. 1.ª ed., *Microorganisms for Sustainability* (Vol. 6). Springer. Singapur.





AGRO EXCELENCIA

LA REVISTA DEL PROFESIONAL DEL CAMPO

¡ANÚNCIATE CON



NOSOTROS!

667 747 7817
ventas@agroexcelencia.com

Revistas.PeruRadio.net.pe



Composta con residuos de tomate: 30 % MÁS RENDIMIENTO

La composta de residuos de tomate aumenta el rendimiento y mejora la actividad biológica del suelo en horticultura protegida.

Turquía produce 12.5 millones de toneladas de tomate al año, lo que la convierte en el tercer productor mundial. De esta industria se generan cerca de 10 millones de toneladas de residuos, principalmente restos vegetales provenientes de invernaderos.

Estos desechos, en lugar de permanecer en el suelo, se retiran y pueden transformarse en composta, un material rico



en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y diversos microelementos esenciales para el desarrollo del cultivo. Este fue el objetivo de un grupo de investigadores de la Universidad Ondokuz Mayıs.

Evalúan los efectos de la composta

Los especialistas evaluaron el efecto de la composta elaborada con residuos de tomate sobre el rendimiento y la calidad biológica del suelo. Para ello, se aplicaron cuatro dosis distintas de esta composta (1 %, 2 %, 4 % y 6 % del peso del suelo) y se compararon con aplicaciones de fertilizante convencional, así como con combinaciones de composta más fertilización química.

Entre las aplicaciones donde se utilizó únicamente composta, la dosis más alta (6 % de composta) fue la más eficiente,

alcanzando un rendimiento de 0.96 kg por maceta, equivalente a 14.4 toneladas por hectárea, lo que significó un aumento de más de 15 % respecto al uso exclusivo de fertilización química.

Sin embargo, el mayor rendimiento de todo el experimento se logró con la combinación de la dosis más baja de composta (1 %) junto con fertilizante químico, alcanzando 1.07 kg por maceta, es decir, 16.10 toneladas por hectárea, lo que representó un incremento de casi 29 % en comparación con el fertilizante químico solo.

Esto demuestra que incluso pequeñas cantidades de composta pueden potenciar la eficacia de los fertilizantes convencionales.

Fuente: Agronomy

<https://www.mdpi.com/2073-4395/12/6/1253>

BIOFERTILIZANTES potencian calidad en brócoli

Biofertilizantes aumentan minerales, clorofila del brócoli.

En Saltillo, Coahuila, México, se evaluó el uso de biofertilizantes basados en bacterias del género *Bacillus* y lixiviado de humus de lombricomposta en el cultivo de brócoli.

El ensayo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro comparó cuatro mezclas biológicas contra un testigo químico comercial (250 kg/ha de fertilizante NPK).

Mejoras en parámetros del brócoli

En el caso de la biomasa de inflorescencia, los tratamientos variaron entre 526 y 615 g de peso fresco. El lixiviado de humus de lombricomposta alcanzó 601 g, un valor comparable al mayor obtenido por las mezclas bacterianas, mientras que el testigo registró 599 g.

En biomasa seca, los valores oscilaron entre 88 y 102 g, sin diferencias estadísticas marcadas, aunque la mezcla de *Bacillus* sp. con *Bacillus cereus* obtuvo el valor más alto con 102 g.

La humedad de la inflorescencia mostró una respuesta diferenciada: el testigo alcanzó 85 %, pero el lixiviado de humus mantuvo 84 %, ubicándose dentro del grupo superior con buena turgencia y calidad comercial, a diferencia de la mezcla *Bacillus* sp. + *Bacillus cereus*, que disminuyó hasta casi 81 %.

El diámetro del tallo reflejó una ventaja notable para el lixiviado de humus de lombricomposta, que alcanzó 3.76 cm, superior al testigo (3.61 cm) y a las mezclas bacterianas, que fluctuaron entre 3.51 y 3.57 cm.

Con el trabajo realizado en el ciclo otoño-invierno de 2022-2023, los especialistas concluyeron que el lixiviado de humus de lombricomposta fue el tratamiento más eficiente del estudio. Generó mayor biomasa foliar, tallos más gruesos, buena humedad de inflorescencia y una acumulación nutricional superior.

Fuente: Terra latinoamericana

<https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/2227/1991>





< Cartón editorial

NO APLIQUES AL TANTEO, ¡CÁLALOS!



CALENDARIO DE EVENTOS 2026

< Fechas

Febrero

25 Expo Agro 2026
al
26 Culiacan, Sinaloa, México

Marzo

12 II Congreso de Cultivos
y **13** Tropicales
Manzanillo, Colima, México
<https://capaciagro.com/cultivostropicales/>

Abril

23 II Congreso de Fitosanidad
y **24** Nutrición
Puebla, Puebla, México
<https://capaciagro.com/fitosanidad/>

#PRÓXIMO #NÚMERO



Entrevista con:
**JOSÉ ALONSO
VALLE PEÑUELAS**
Asesor independiente



Shogun

Producciones



STANDS Y PUBLICIDAD



*SOMOS TODO LO QUE
TU MARCA NECESITA*

- Stands Custom
- Organización de eventos
- Souvenirs personalizados
- Servicio de diseño

f@X/ShogunProducciones

667 177 8109 / 667 497 3620

ventas@shogunproducciones.com
ventas3@shogunproducciones.com

Revistas.PeruRadio.net.pe



II Congreso de
**Cultivos
Tropicales**

Manzanillo,
Colima, México

12 y 13
marzo

23 y 24
abril



II Congreso de
**Fitosanidad y
Nutrición** en Hortalizas

Puebla,
Puebla, México



VI Congreso de
Fitosanidad y Nutrición en
Frutillas y Aguacate

Ciudad Guzmán,
Jalisco, México

28 y 29
mayo

18 y 19
junio



VI Congreso de
**Espárragos y
Hortalizas**

Mexicali,
Baja California, México



VIII Congreso de
Vid y Nogal

Hermosillo,
Sonora, México

26 y 27
noviembre

www.capaciagro.com

Revistas.PeruRadio.net.pe